

EP35610 (3)



①9 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑩ DE 44 33 105 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:

F 24 C 7/02

F 24 C 7/08

F 24 C 15/00

H 05 B 6/64

H 01 J 23/16

⑳ Aktenzeichen: P 44 33 105.3

㉔ Anmeldetag: 16. 9. 94

㉕ Offenlegungstag: 18. 1. 96

DE 44 33 105 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

12.07.94 KR 94-16777

⑦1 Anmelder:

Samsung Electronics Co. Ltd., Kyungki-Do, KR

⑦4 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦2 Erfinder:

Seong, Yeon-Hag, Suwon, KR; Shon, Jong-Chull,
Suwon, KR; Kim, Gweon-Jib, Suwon, KR

⑤4 Mikrowellen-Ofen

⑤7 Ein Mikrowellen-Ofen, der mit einem Klystron betrieben wird, um geringes Gewicht zu erzielen und um Gefahren durch Hochspannung auszuschließen. Das Klystron enthält ein Klystron zur Aufnahme von elektrischer Energie und Erzeugung von Mikrowellen daraus, das Klystron enthält Eingangsklemmen zur Aufnahme von elektrischer Energie von Außen, einen Klystron-Körper zum Erzeugen von Mikrowellen nach Aufnahme der elektrischen Energie über die Eingangsklemmen und eine Koaxialleitung zum Ableiten der Mikrowellen vom Klystron-Körper nach Außen, eine Kochkammer zum Empfang der Mikrowellen und Durchführung des Kochvorgangs von einem Lebensmittel durch Nutzung der Mikrowellen, und ein Steuerpult zum Steuern des Klystrons unter Führung des Benutzers.

DE 44 33 105 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 95 508 063/562

17/32

Bereich der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Mikrowellen-Ofen, und besonders auf einen Mikrowellen-Ofen, der mit einem Klystron betrieben wird, um geringes Gewicht zu erzielen und um Gefahren durch Hochspannung auszuschließen.

Beschreibung des bekannten Standes der Technik

Mikrowellen-Öfen werden gewöhnlich mit einem Magnetron betrieben, das mit einer Hochspannung von z. B. 4 KV versorgt wird. Um solch ein Magnetron zu benutzen, benötigt der Mikrowellen-Ofen einen Hochspannungstransformator, woraus sich Probleme in der Sicherheit, ein größeres Gewicht und höhere Herstellungskosten ergeben.

Ein Beispiel für solch einen mit einem Magnetron betriebenen Mikrowellen-Ofen ist in Fig. 1 veranschaulicht.

In Fig. 1 bezeichnet die Referenzzahl 10 eine Spannungsversorgungseinheit, die einen Hochspannungstransformator und einen Hochspannungskondensator einschließt. Wenn der Bediener das Bedienungspult (nicht gezeigt) betätigt, welches auf der rechten Vorderseite des Mikrowellen-Ofens angebracht ist, dann führt die Spannungsversorgungseinheit dem Magnetron, das mit der Referenzzahl 20 bezeichnet ist, und einem nicht gezeigten Kühlventilator elektrische Energie zu. Das Magnetron wird durch das Anlegen einer Hochspannung von 4 KV von der Spannungsversorgungseinheit 10 aktiviert. Im Betriebszustand strahlt das Magnetron 20 Mikrowellen über eine Antenne 22 aus. Die von der Antenne 22 des Magnetrons 20 ausgestrahlten Mikrowellen werden über einen Wellenleiter 30 zu einer Kochkammer 50 geführt und dann durch eine Rühreinrichtung 40 in der Kochkammer verteilt. Die verteilten Mikrowellen wirken auf ein in der Kochkammer befindliches Lebensmittel ein, so daß der Kochvorgang durchgeführt werden kann.

Andererseits ist der nicht gezeigte Kühlventilator gewöhnlich hinter dem Magnetron angeordnet, nach der Sicht in Fig. 1. Der Kühlventilator erzeugt einen Luftstrom zum Kühlen des Magnetrons 20. Wenn der Luftstrom das Magnetron 20 kühlt, erhöht sich seine Temperatur. Der erhitzte Luftstrom wird zu einem Einlaß 70 durch einen nicht gezeigten Führungskanal geleitet, so daß er in die Kochkammer 50 eingeleitet werden kann.

Der Einlaß 70 hat mindestens eine Öffnung mit einem Durchmesser 1 kleiner als $1/4$ der Wellenlänge λ der Mikrowellen ($1 < \lambda/4$), um zu verhindern, daß die einfallenden Mikrowellen durch die Öffnung entweichen.

In Fig. 1 bezeichnet die Referenzzahl 60 ein Gehäuse des Mikrowellen-Ofens.

Fig. 2 ist ein Schnittbild, das das in Fig. 1 gezeigte Magnetron 20 des Mikrowellen-Ofens veranschaulicht. Wie in Fig. 2 gezeigt, ist das Magnetron 20 eine zylindrische, zweipolige Vakuumröhre. Im Mittelpunkt des Magnetrons 20 ist eine Kathode 22 angeordnet. Wenn eine Betriebsspannung an die Eingangsklemmen 21 angelegt wird, dann wird die Kathode 22 erhitzt um Elektronen auszusenden. Um die Kathode 22 herum ist eine Anode 23 angeordnet, die die von der Kathode 22 ausgesandten Elektronen auffängt.

Ein Paar zylindrischer Magnete 24a und 24b sind über

und unter dem Magnetron 20 angeordnet. Die Magnete 24a und 24b erzeugen magnetische Flüsse, die wiederum von den Leitgliedern 25a und 25b so geführt werden, daß sie einen Hohlraum 26 durchdringen, welcher zwischen Kathode 22 und Anode 23 gebildet wird und sich im Vakuum befindet.

Die von der Kathode 22 ausgesandten Elektronen werden von dem im Hohlraum 26 ausgebildeten Magnetfeld abgelenkt, so daß sie zwischen Kathode 22 und Anode 23 kreisen.

Wo eine Menge Elektronen in Gruppen in dem Hohlraum 26 kreisen, da ist ein Resonanzkreis in der Anode 23 ausgebildet. Durch diesen Resonanzkreis werden Mikrowellen gebildet. Die Anode 23, deren Temperatur durch den Aufprall der Elektronen erhöht wird, wird durch Kühlrippen 29 gekühlt. Die Mikrowellen werden an der Antenne 27 abgegeben, die an einem Ende mit der Anode 23 verbunden ist.

Die Antenne 27 ragt nach oben durch ein im oberen Magnet 24a zentral vorgesehenes Loch hervor. Der hervorragende Teil der Antenne 27 ist mit einer Kappe 28 versehen. Das heißt, die Kappe ist so aufgesetzt, daß sie die Antenne 27 umgibt.

Die von der Antenne 27 abgegebenen Mikrowellen, nämlich Radiowellen, erreichen die Kochkammer über den Wellenleiter und den Einlaß, mit denen beiden gewöhnlich konventionelle Mikrowellen-Öfen ausgerüstet sind, und sie erhitzen dann das Lebensmittel, das in der Kochkammer enthalten ist.

Da jedoch eine Hochspannung von etwa 4 KV zwischen Kathode 22 und Anode 23 an ein Magnetron nach der oben beschriebenen Konstruktion angelegt werden sollte, haben konventionelle Mikrowellen-Öfen ein Sicherheitsproblem. Darüber hinaus werden schwere Transformatoren und Kondensatoren zur Erzeugung der Hochspannung benötigt. Daraus ergibt sich, daß ein konventioneller Mikrowellen-Ofen unförmig und schwer ist. Zusätzlich ist ein Anstieg der Herstellungskosten gegeben.

Zusammenfassung der Erfindung

Es ist deshalb ein Ziel der Erfindung, die oben erwähnten Probleme, denen im bekannten Stand der Technik begegnet wird, zu lösen, und so einen Mikrowellen-Ofen vorzusehen, der mit einer mit niedriger Betriebsspannung arbeitenden Schwingungsröhre bestückt ist, und dadurch die mit der Benutzung von Hochspannung verbundenen Gefahren ausschaltet und eine leichte Bauweise erreicht.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung kann dieses Ziel erreicht werden, indem ein Mikrowellen-Ofen vorgesehen wird, bestehend aus: einem Klystron, dem elektrische Energie zugeführt wird, und daraus Mikrowellen erzeugt; einer Kochkammer, die Mikrowellen empfängt und den Kochvorgang von Lebensmitteln mit den empfangenen Mikrowellen durchführt; und einer Steuerungseinrichtung, die das Klystron benutzergeführt steuert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Andere Ziele und Sichtweisen der Erfindung werden von der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform mit Bezug zu den begleitenden Beschreibungen deutlich werden.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines konventionellen Mikrowellen-Ofens;

Fig. 2 ist eine Schnittzeichnung, die ein Magnetron eines Mikrowellen-Ofens nach Fig. 1 veranschaulicht;

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung, die einen Mikrowellen-Ofen nach der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

Fig. 4 ist eine Seitenansicht des in Fig. 3 gezeigten Mikrowellen-Ofens;

Fig. 5 ist eine perspektivische Darstellung, die ein Klystron veranschaulicht, wie es nach der vorliegenden Erfindung in einem in Fig. 3 gezeigten Mikrowellen-Ofen betrieben wird;

Fig. 6 ist ein Aufriß des in Fig. 5 gezeigten Klystrons;

Fig. 7 ist ein Grundriß des in Fig. 5 gezeigten Klystrons;

Fig. 8 ist eine Sicht der rechten Seite des in Fig. 5 gezeigten Klystrons;

Fig. 9 ist eine Sicht der linken Seite des in Fig. 5 gezeigten Klystrons;

Fig. 10 ist ein Schnittbild zur Veranschaulichung des internen Aufbau des Klystrons, das in einem Mikrowellen-Ofen nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 11 ist eine perspektivische Darstellung zur Veranschaulichung eines Polstücks des Klystrons, das in einem Mikrowellen-Ofen nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 12 ist eine perspektivische Darstellung zur Veranschaulichung eines Magnets des Klystrons, das in einem Mikrowellen-Ofen nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 13 ist ein Aufriß zur Veranschaulichung der Triftpkanäle des Klystrons, das in einem Mikrowellen-Ofen nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 14 ist ein Schnittbild zur Veranschaulichung der Arbeitsweise des Klystrons, das in einem Mikrowellen-Ofen nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Mit Bezug auf die Fig. 3 bis 14 wird jetzt ein Mikrowellen-Ofen nach der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung, die den Mikrowellen-Ofen nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. In Fig. 3 wird der Mikrowellen-Ofen durch die Referenzzahl 300 bezeichnet. Fig. 4 ist eine Seitenansicht des in Fig. 3 gezeigten Mikrowellen-Ofens 300.

In Fig. 3 und 4 bezeichnet die Referenzzahl 310 eine Spannungsversorgungseinheit. Wenn ein Benutzer ein Kontrollpult 500 bedient, welches im rechten Teil der Vorderseite des Mikrowellen-Ofens angeordnet ist, dann versorgt die Spannungsversorgungseinheit 310 ein Klystron 400 und einen Kühlventilator 380 mit elektrischer Energie. Das Klystron 400 wird durch das Anlegen einer Betriebsspannung von der Spannungsversorgungseinheit aktiviert. Im Betriebszustand gibt das Klystron 400 Mikrowellen über die Antenne 322 ab. Die von der Antenne 322 des Klystrons 400 abgegebenen Mikrowellen werden mit einem Wellenleiter 330 zu einer Kochkammer 350 geführt. Die zugeführten Mikrowellen werden in der Kochkammer 350 durch eine Rührereinrichtung 340 verteilt, um auf das in der Kochkammer 350 enthaltene Lebensmittel einzuwirken, so daß ein Kochvorgang ausgeführt wird.

Andererseits ist ein Kühlventilator 380 hinter dem Klystron 400 angeordnet, nach der Sicht in Fig. 4. Der

Kühlventilator 380 erzeugt einen Luftstrom zum Kühlen des Klystrons 400. Wenn der Luftstrom das Klystron 400 kühlt, erhöht sich seine Temperatur. Der erhitzte Luftstrom wird zu einem Einlaß 370 durch einen Führungskanal 390 geleitet, so daß er in die Kochkammer 350 eingeleitet werden kann.

Der Einlaß 370 hat mindestens eine Öffnung mit einem Durchmesser 1 kleiner als $1/4$ der Wellenlänge λ der Mikrowellen ($1 < \lambda/4$), um zu verhindern, daß die einfallenden Mikrowellen durch die Öffnung entweichen.

In Fig. 3 und 4 bezeichnet die Referenzzahl 332 ein Befestigungsteil zur sicheren Befestigung des Klystrons 400 an den Wellenleiter 330 und die Referenzzahl 360 bezeichnet ein Gehäuse des Mikrowellen-Ofens.

Fig. 5 ist eine perspektivische Darstellung, die das Klystron 400 veranschaulicht, welches im in Fig. 3 und 4 gezeigten Mikrowellen-Ofen nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Wie in Fig. 5 gezeigt, enthält das Klystron 400 Eingangsklemmen 422 zum Anlegen der elektrischen Spannung, einen Klystron-Körper 410 zum Erzeugen der Energie, nämlich einer Mikrowelle von einer bestimmten Frequenz, nach Anlegen der elektrischen Spannung an die Eingangsklemmen 422, eine Antenne 322 zum Aussenden der Energie vom Klystron-Körper 410 zu einer externen Einheit (im dargestellten Fall zum Wellenleiter 330 nach Fig. 3 und 4), und eine Kühleinheit 430 zum Kühlen des Klystron-Körpers 410.

Die Eingangsklemmen 422 sind vom Klystron-Körper durch einen Isolator 424 elektrisch isoliert.

Der Klystron-Körper enthält als Gehäuse ein Joch 402, ein im Joch 402 mit Zwischenraum angeordnetes Paar von Magneten 450a und 450b, und eine Röhre 440, welche zwischen den Magneten 450a und 450b angeordnet ist.

Mehrere Klemmlaschen 412 ragen an entgegengesetzten Kanten von dem oberen Teil des Klystron-Körpers hervor. Jede Klemmlasche 412 hat ein Klemmloch 414. Vorzugsweise sind die Klemmlaschen 412 so angeordnet, daß das Gewicht des Klystrons 400 ausgeglichen wird.

Die Antenne 322 ragt nach oben vom Klystron-Körper hervor und enthält eine Koaxialleitung, die nachstehend beschrieben wird, einen Isolator 322a und eine Kappe 322b. Der Isolator 322a ist aus Isoliermaterial wie etwa Keramik gefertigt, um eine Isolierung vom Joch 402 des Klystron-Körpers 410 zu erreichen. Die Kappe 322b ist aus einem Material wie etwa Edelstahl gefertigt.

Die Kühleinheit 430 enthält mehrere Kühlrippen 432 zum Abgeben der vom Klystron-Körper 410 erzeugten Hitze, einen Kühlstab zum Übertragen der Hitze vom Klystron-Körper 410 zu den Kühlrippen 432, und ein Kühlteil 434, das die Kühlrippen 432 umschließt und ein Gehäuse der Kühleinheit 430 bildet.

Fig. 6 ist ein Aufriß des in Fig. 5 gezeigten Klystrons 400. Fig. 7 ist ein Grundriß des Klystrons 400. Ferner sind Fig. 8 und 9 die rechte bzw. linke Seitenansicht, die das Klystron 400 veranschaulichen. Wie in Fig. 6 bis 9 gezeigt, sind die Eingangsklemmen 422 am rechten Teil des Klystrons 400 angeordnet. Die Eingangsklemmen 422 sind vom Joch 402, das das Gehäuse des Klystrons 400 bildet, elektrisch isoliert. Wie oben erwähnt, ragen die Klemmlaschen 412, die jede ein Klemmloch 414 besitzen, von entgegengesetzten Kanten des oberen Teils des Klystron-Körpers 410 hervor und sind vorzugsweise so angeordnet, daß das Gewicht des Klystrons 400

ausgeglichen wird. Die Antenne 322, die nach oben aus dem Klystron-Körper herausragt, schließt der Isolator 322a und die Kappe 322b ein.

Die Kühleinheit 430 ist am linken Teil des Klystron-Körpers 410 angeordnet.

Fig. 10 ist eine Schnittzeichnung des Klystrons 400, das im Mikrowellen-Ofen nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrieben wird.

Wie oben in Verbindung mit Fig. 5 erwähnt, enthält das Klystron 400 die Eingangsklemmen 422, an die elektrische Spannung angelegt werden kann, den Klystron-Körper 410 zum Erzeugen von Energie, nämlich Mikrowellen einer bestimmten Frequenz, nach Anlegen der elektrischen Spannung an die Eingangsklemmen 422, die Antenne 322, welche eingerichtet wurde, um die Energie vom Klystron-Körper 410 zur externen Einheit (im dargestellten Fall dem Wellenleiter 330 nach Fig. 3 und 4), und der Kühleinheit 430, die zum Kühlen des Klystron-Körpers 410 eingerichtet wurde.

Wie in Fig. 10 gezeigt, enthält der Klystron-Körper 410 eine Elektronen-Kanone 460, der elektrische Energie von Außen über die Eingangsklemmen 422 zugeführt wird, und die aus dieser elektrischen Energie Elektronen generiert, eine Röhre 440, die eine Reihe von Hohlräumen hat (vorzugsweise zwei bis acht in der Anzahl und im dargestellten Fall vier Hohlräume 440a bis 440d), und eine Reihe von Kanälen, die im Folgenden beschrieben werden, und eine Anode, nämlich den Kollektor 490 zur Aufnahme der von der Röhre 440 abgegebenen Elektronen. Um die Elektronenkanone 460 und den Kollektor 490 herum sind ein Paar Magnete 450a bzw. 450b angeordnet. Die Magnete 450a und 450b dienen dazu, die Richtung der Elektronen zum Kollektor 490 hin und den sich bewegenden Mittelpunkt der Elektronenstrahlen zu erhalten. Der Klystron-Körper 410 enthält weiterhin ein Paar Polstücke 470a und 470b zur Führung des von den Magneten 450a und 450b erzeugten Magnetflusses in das Innere der Röhre 440 und zum gleichförmigen Verteilen des Magnetflusses in der Röhre 440, und ein Joch 402, das als Führung zum Erreichen einer geschlossenen Schleife durch die Magnete 450a und 450b, die Polstücke 470a und 470b, der Röhre 440 und des Magnetflusses dient.

Die Magnete 450a und 450b sind so angeordnet, daß die Richtung ihrer Magnetisierung axial verläuft, nämlich lotrecht zu ihren sich gegenüberstehenden Oberflächen. Alternativ können die Magnete 450a und 450b so angeordnet werden, daß die Richtung ihrer Magnetisierung radial verläuft. In diesem letzten Fall hat einer der Magnete 450a und 450b eine Magnetisierungsrichtung, die radial nach Innen gerichtet ist, während der andere Magnet eine Magnetisierungsrichtung hat, die radial nach Außen gerichtet ist.

Wie oben erwähnt, enthält die Antenne 322 die Koaxialleitung 424, der Isolator 322a und die Kappe 322b. Die Koaxialleitung hat eine Kopplungsschleife 424a, die im Hohlraum 440d der Röhre 440 angeordnet ist. Die Kopplungsschleife 424a empfängt Mikrowellenenergie aus dem magnetischen Feld, das im Hohlraum 440d ausgebildet ist.

Der Isolator 322a ist aus Isoliermaterial wie etwa Keramik gefertigt, um eine Isolierung vom Joch 402 des Klystrons 410 zu erreichen. Die Kappe 322b ist aus einem Material wie etwa Edelstahl gefertigt.

Wie oben erwähnt, enthält die Kühleinheit 430 die Kühlrippen 432 zum Abführen der vom Kollektor 490 des Klystron-Körpers 410 erzeugten Hitze, den Kühlstab 436, der die Kühlrippen 432 trägt und die Hitze

vom Kollektor 490 zu den Kühlrippen 432 überträgt, und das Kühlteil 434, das die Kühlrippen 432 umgibt, und das das Gehäuse für die Kühleinheit 430 darstellt. Der Kühlstab 436 ist an den Kollektor 490 angelötet, so daß er ein integraler Teil des Kollektors ist.

Um durch den Kollektor 490 reflektierte Elektronen zu verringern, kann der Kollektor 490 mit einem Material wie etwa Molybdän überzogen werden, das eine hohe Austrittsarbeit aufweist. Alternativ kann der Kollektor 490 so konstruiert sein, daß sein Mittelpunkt von der Röhre 440 weg angeordnet ist, wobei seine Außenseite zur Röhre 440 hin angeordnet ist. Vorzugsweise wird die Röhre 440 aus Kupfer gefertigt, um chemische Reaktionen zu unterdrücken.

Es ist ebenfalls bevorzugt, daß die gegenüberliegenden Endteile der Röhre 440, die nahe zur Elektronenkanone 460 bzw. zum Kollektor 490 gelegen sind, aus magnetischem Material gefertigt sind, um die magnetische Flußdichte der Röhre 440 gleichmäßig zu halten. In diesem Fall werden die magnetischen Körper mit Kupfer überzogen, um ihre Korrosion zu verhindern, und um einen Vakuum-Kennwert zu erhalten.

Fig. 11 ist eine perspektivische Sicht zur Veranschaulichung eines der Polstücke 470a und 470b des Klystrons 400, das im Mikrowellen-Ofen 300 nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird. In Fig. 11 wird das Polstück mit der Referenzzahl 470 bezeichnet. Das Polstück 470 hat eine zylindrische Bauweise mit einem abgeschirmten Ende. Am abgeschirmten Ende des Polstückes 470 sind eine Vielzahl von Öffnungen 472 vorgesehen. Diese Öffnungen stellen Triftkanäle zum Durchlassen von Elektronenstrahlen dar, wie im Folgenden beschrieben wird.

Fig. 12 ist eine perspektivische Sicht zur Veranschaulichung eines der Magneten 450a und 450b des Klystrons 400, das im Mikrowellen-Ofen 300 nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird. In Fig. 12 wird der Magnet mit der Referenzzahl 450 bezeichnet. Der Magnet 450 hat eine mehrkantige Bauweise mit einer vorbestimmten Dicke t . Ein kreisförmiges Loch 452 ist zentrisch im Magnet 450 vorgesehen. In das zentrische Loch 452 ist das Polstück 470 eingepaßt, wie in Fig. 10 gezeigt. Dieser Magnet 450 ist um jede der Elektronenkanonen 460 und Kollektor 490 angeordnet.

In Fig. 13 werden die Triftkanäle mit der Referenzzahl 600 bezeichnet. Die Triftkanäle 600 sind Durchlässe zum Durchlassen der von der Elektronenkanone erzeugten Elektronenstrahlen. Die Triftkanäle 600 erstrecken sich entlang des Polstücks 470a, der Röhre 440 und des Polstücks 470b. Vorzugsweise hat jeder Triftkanal 600 einen Durchmesser von 0,3 mm bis 5 mm.

Fig. 14 ist ein Schnittbild zur Veranschaulichung der Arbeitsweise des Klystrons 400, das im Mikrowellen-Ofen 300 nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Wenn elektrische Spannung an die Eingangsklemmen 422 des Klystrons 400 angelegt wird, werden heiße Elektronen von der Elektronenkanone 460 erzeugt und an Punkte konzentriert, wobei Elektronenstrahlen 462 produziert werden. Diese Elektronenstrahlen 462 werden dann von der Potentialdifferenz V_0 zwischen Elektronenkanone 460 und dem Kollektor 490 auf die Geschwindigkeit v beschleunigt. Die Geschwindigkeit v entspricht $(2eV_0/m)^{1/2}$, das ist $5,93 \times 10^5 (V_0)^{1/2}$ m/s.

Elektronen, die die ersten, mit den Triftkanälen 600 in Verbindung stehenden Spalte 442a zu unterschiedlichen Zeiten passieren, haben in den Triftkanälen unterschiedliche Geschwindigkeiten. Auf der Grundlage dieser Tat-

sache können Elektronen, die die ersten Spalte 442a verlassen, zusammenkommen mit Elektronen, die vorher mit einer geringeren als durchschnittlichen Geschwindigkeit die Spalte 442b, 442c und 442d verlassen haben, welche stromabwärts zu den ersten Spalten angeordnet sind. Folglich werden Gruppen von Elektronen in den Elektronenstrahlen gebildet.

Inzwischen ist der erste Hohlraum 440a auf einem vorbestimmten Gleichspannungswert gehalten worden. Die ersten Spalte 442a, die mit dem ersten Hohlraum 440a in Verbindung stehen, erhalten einen Kurzschlußzustand an einem ihrer Seiten und einem Verbundenzustand an der anderen Seite zu dem Zeitpunkt, unmittelbar bevor eine optionale Elektronengruppe in ihn eingeführt wird.

Der Wert, den man durch die integrierenden elektrischen Felder erhält, welche zwischen den Spalten 442a bis 442d herrschen, hat die Form einer Spannung von $V \cdot e^{j\omega t}$. Durch diese Spannung werden die Elektronenstrahlen bildenden Elektronen während der Passage durch die Spalte 442a bis 442d beschleunigt und abgebremst.

Diese Erscheinung wird Geschwindigkeitsmodulation genannt. Die periodische Veränderung der Spannung an den Spalten 442a bis 442d bedeutet eine periodische Veränderung der Geschwindigkeit der Elektronen, die den Elektronenstrahl 462 bilden. Auf der Grundlage der Geschwindigkeit werden die Elektronenstrahlen zu Elektronengruppen zusammengebündelt. Wenn die durch die Geschwindigkeitsmodulation im ersten Hohlraum 440a gebündelten Elektronen die nächsten Spalte 442b erreicht, welche auf einer Spannung von $V \cdot e^{j\omega t}$ gehalten werden, dann geschieht die Bündelung der Elektronenstrahlen durch das Zusammenwirken zwischen Elektronenstrahlen und den Spalten 442b mit größerer Intensität. Zu diesem Zeitpunkt haben die dicht gebündelten Elektronengruppen eine höhere Energie, während die locker gebündelten Elektronengruppen eine geringere Energie haben.

Nun wird eine kinetischen Erscheinung von Elektronen beschrieben, welche die Elektronenstrahlen 462 bilden. Obwohl in die Röhre 440 eingebrachten Elektronen sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegen, neigen die Elektronenstrahlen 462 dazu in der Röhre 440 zerstreut zu werden. Das kommt daher, daß eine Abstoßung zwischen einer Menge in der Röhre 440 vorhandener Elektronen wirkt. Wenn die Elektronenstrahlen 462 zerstreut werden, schlagen sie gegen die Wände der Röhre 440 und bewirken damit, daß die kinetische Energie der Elektronen in Wärmeenergie umgewandelt wird.

Um eine solche Erscheinung zu verhindern, wird ein elektromagnetisches Feld in den Stellen gebildet, durch die der Elektronenstrahl 462 strömt. Um das elektromagnetische Feld in den vom Elektronenstrahl durchströmten Stellen zu bilden, wird das Magnetsystem im Klystron 400 vorgesehen.

Das Magnetsystem enthält die folgenden vier Teile.

1) Magnete 450a und 450b, die Permanentmagnete sind, und die als Quelle eines magnetischen Flusses dienen,

2) Polstücke 470a und 470b, die so ausgebildet sind, daß sie den von den Magneten 450a und 450b erzeugten magnetischen Fluß zu den Stellen leiten, wo die Elektronenstrahlen 462 sich befinden, und die den magnetischen Fluß zu einer gleichförmigen Verteilung in den Kanälen der Röhre 440 zwingen,

3) Kanäle der Röhre 440, die die Stellen sind, wo die

Elektronenstrahlen 462 sich befinden, und in denen eine vorbestimmte magnetische Flußdichte erhalten werden sollte,

4) Joch 402, das als Führung zur Erzielung einer geschlossenen Schleife des magnetischen Flusses dient.

Da diese vier Teile einen magnetischen Kreis ergeben, werden die vom Elektronenstrahl durchströmten Stellen auf einer gleichförmigen und geeigneten magnetischen Flußdichte gehalten.

Die oben erwähnte Bauweise ist sehr vorteilhaft zur Volumenverminderung, da sie es ermöglicht, das Magnetsystem zu vereinfachen.

Die Faktoren, die ein elektromagnetisches Feld bestimmen, enthalten das elektromagnetische Feld, die Raumladungskonstante, den Radius des Elektronenstrahls und die Zahl der Elektronenstrahlen. Die magnetische Flußdichte B in einem Mehr-Strahl-Klystron kann durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$B = \{(1/2 \text{ } \mu\text{P}) (\mu\text{P} \times V_0/N)\}^{1/2}$$

wo "rb" den Radius der Elektronenstrahlen, "μP" die Mikro-Raumladungskonstante, "V₀" die Treibspannung zwischen Elektronenkanone 460 und Kollektor 490, und "N" die Zahl der Elektronenstrahlen ist.

Wo ein Ein-Strahl-Klystron verwendet wird, hat die benötigte magnetische Flußdichte etwa 14 082 Gauss. Dieser Wert korrespondiert im Wesentlichen mit dem Zwölffachen dessen, was zum Betrieb eines Mehr-Strahl-Klystrons benötigt wird.

Wenn das durch das oben erwähnte Magnetsystem erzeugte elektromagnetische Feld so eingebracht wird, daß seine Richtung mit der Strahlrichtung des Elektronenstrahls 462 übereinstimmt, dann erfahren mit konstanter Geschwindigkeit fortbewegte Elektronen keine Krafteinwirkung. Jedoch erfahren Elektronen, die dazu neigen, sich radial nach außen zu zerstreuen, eine tangential wirkende Kraft, so daß sie sich spiralförmig fortbewegen. Folglich wird die Zerstreung des Elektronenstrahls 462 verhindert.

Die sich in der oben beschriebenen Weise fortbewegenden Elektronenstrahlen 462 erreichen dann den ersten Hohlraum 440a. Da Elektronenwellen mit geringer Energie von Außen oder von anderem Hohlraum in den ersten Hohlraum eingeführt oder zurückgeführt werden, werden die Elektronen wegen der eingebrachten Elektronenwellen in der Geschwindigkeit moduliert.

Die Geschwindigkeitsmodulation wird bestimmt durch die Zeit, die die Elektronen brauchen, um den ersten Hohlraum 440a zu passieren, und die Stärke des elektromagnetischen Feldes der Elektronenwellen, die sich in den Spalten 442a des ersten Hohlraums 440a befinden. Die Stärke des elektromagnetischen Feldes verändert sich nach einer Sinusfunktion. Die Zahl der vorkommenden-Elektronen verändert sich mit einer bestimmten Rate. Entsprechend stimmt der Bündelungszyklus der Elektronen mit dem Zyklus der Elektronenwellen überein.

Deshalb haben die Elektronenstrahlen, die aus dem ersten Hohlraum 440a herauskommen, eine nichtgleichförmige Elektronendichte. Obgleich sie mehr oder weniger gebündelt sind, ist es unzureichend, mit solch einer Bündelung eine zufriedenstellende Ausgangsenergie zu erhalten. Um die Elektronendichte zu verbessern, ist es deshalb notwendig, die oben beschriebene Proze-

dur zu wiederholen.

Mit anderen Worten, zu dem Zeitpunkt, zu dem eine mehr oder weniger gebündelte Elektronengruppe den zweiten Hohlraum 440b erreicht, verlieren die führenden Elektronen der Elektronengruppe ihre Energie, die wiederum auf die den führenden Elektronen folgenden Elektronen übertragen wird. Folglich hat die Elektronengruppe eine vergrößerte Dichte.

Dieses Ergebnis kann im dritten Hohlraum 440c erzielt werden. Im Ergebnis hat die Elektronengruppe eine zufriedenstellende Bündelung.

Wenn die den wiederholten Bündelungsvorgängen ausgesetzten Elektronenstrahlen 462 den vierten Hohlraum 440d erreichen, wird ein Induktionsstrom erzeugt. Solch ein Induktionsstrom wird in der oben beschriebenen Weise in wiederholtem Maß erzeugt, wenn dem Bündelungsvorgang ausgesetzten Elektronengruppen nacheinander in den vierten Hohlraum 440d eingebracht werden. Der Induktionsstrom dient dazu, in den gegenüberliegenden weiten Räumen eines jeden der Hohlräume 440a bis 440d ein elektromagnetisches Feld zu induzieren und zu verteilen. In den zentralen Spalten 442a bis 442d dient der Induktionsstrom dazu, eine wiederholte Aktion zum Umpolen des elektromagnetischen Feldes zu erzwingen.

Die Energie der Elektronenwellen (im dargestellten Fall Elektronenwellen mit einer Frequenz f von etwa 2450 MHz) kann vom vierten Hohlraum 440d über eine Koaxialleitung 424, deren Kopplungsschleife 424a elektrisch mit dem elektromagnetischen Feld im vierten Hohlraum 440d verbunden ist, nach Außen abgeführt werden.

Andererseits sollte die Ladungsdichte jeder Elektronengruppe erhöht werden, um eine hohe Elektronenwellenenergie zu erhalten. Jedoch führt solch eine Erhöhung in der Ladungsdichte zu einem Ansteigen der Abstoßung zwischen Elektronen. Deshalb ist eine Erhöhung der magnetischen Flußdichte und eine Erhöhung der Spannung erforderlich, die beide der Erhöhung der Raumladung entsprechen.

Zum Erhöhen der erforderlichen magnetischen Flußdichte wird jedoch ein unförmiges Magnetsystem benötigt. Ferner sind die Niederspannungssoszillationen durch das Klystron nicht länger zu erwarten, wenn eine höhere Spannung benutzt wird.

Aus diesen Gründen wird in der vorliegenden Erfindung ein Mehr-Strahl-Klystron verwendet.

Obwohl die Raumladungskonstante eines jeden Elektrons bei der Benutzung des Mehr-Strahl-Klystrons verringert werden kann, ist es möglich, den Wirkungsgrad zu verbessern und eine hohe Ausgangsleistung bei niedriger Spannung zu erhalten, weil die Raumladungskonstante des gesamten Systems der Summe der Raumladungskonstanten der einzelnen Elektronen entspricht, und so einen hohen Wert hat.

Wo das Mehr-Strahl-Klystron verwendet wird, kann deshalb der Mikrowellen-Ofen dadurch mit einem einfachen Magnetsystem und mit einer niedrigen Betriebsspannung betrieben werden, daß die Raumladungskonstante eines jeden Elektrons auf einem niedrigen Wert gehalten wird. Zugleich kann der Mikrowellen-Ofen dadurch eine hohe Ausgangsleistung erzeugen, daß die Raumladungskonstanten der Gesamtsysteme auf einem hohen Wert gehalten werden.

Die kleinste Anzahl N an Elektronenstrahlen im Mehr-Strahl-Klystron entspricht $(V_{om}/V_{os})^{2/5}$ ("Vom" ist die Betriebsspannung des Mehr-Strahl-Klystrons und "Vos" ist die Betriebsspannung des Ein-Strahl-Kly-

strons, entsprechend 4 KV). In der Praxis sollte die Anzahl der Elektronenstrahlen bestimmt werden, um die geometrische Anordnung der (in Fig. 13 mit der Referenzzahl 600 bezeichneten) Trifftkanäle zu befriedigen.

Dementsprechend ist vorzuziehen, daß die Anzahl der Trifftkanäle des Mehr-Strahl-Klystrons kleiner als 500 ist. Um beispielsweise das Mehr-Strahl-Klystron mit einer Betriebsspannung von 600 Volt zu betreiben, sind 127 Elektronenstrahlen erforderlich. Zum Betrieb des Mehr-Strahl-Klystrons mit einer Betriebsspannung von 400 Volt werden 337 Elektronenstrahlen benötigt.

Nach der vorliegenden Erfindung wird der Radius jedes Elektronenstrahls 462 so bestimmt, daß er in einem festgelegten Verhältnis zum Radius eines jeden Trifftkanals 600 steht. Wenn die Elektronenstrahlen 462 den festgelegten Radius besitzen, gehen sie teilweise in den Trifftkanälen 600 verloren, wodurch ein Energieverlust bewirkt wird.

Die Elektronenstrahlen 462 werden aus Elektronen gebildet, die von der Oberfläche der Elektronenkanone 460 erzeugt werden, und werden an Punkten konzentriert. Wenn diese Elektronenstrahlen 462 nach Durchlaufen der Trifftkanäle 600 auf dem Kollektor 490 aufschlagen, verschwinden sie.

Die von der Elektronenkanone 460 ausgestoßenen Elektronenstrahlen 462 werden durch die Stärke des elektromagnetischen Feldes beschleunigt, bis sie das Polstück 470b erreichen. Danach bewegen sich die Elektronenstrahlen mit konstanter Geschwindigkeit.

Wie oben erwähnt, zerteilt das Mehr-Strahl-Klystron einen Elektronenstrahl in mehrere Elektronenstrahlen, die untereinander keine Wirkung haben, so daß die Elektronenstrahlen voneinander unabhängig sind. Wenn eine Menge von Elektronenstrahlen insgesamt durch die Teilung vorgesehen werden, wird die Ladungsmenge in jedem Elektronenstrahl vergleichsweise verringert. Folglich ist die Abstoßung der Elektronen nicht so hoch, obwohl die Elektronenstrahlen gebündelt sind. Deshalb ist es möglich, die Stärke des elektromagnetischen Feldes und die Spannung des Kollektors bedeutend zu verringern.

Wie von der obigen Beschreibung erkennbar ist, wird bei der Verwendung des Mehr-Strahl-Klystrons in einem Mikrowellen-Ofen zum Kochen die Forderung nach einem Hochspannungstransformator beseitigt. Daraus ergibt sich eine einfache Bauweise und dadurch eine Verringerung im Gewicht und Volumen. Statt des Hochspannungstransformators kann eine einfache Sperrspannungsschaltung verwendet werden, um eine Spannung der gewünschten Höhe zu bekommen.

Obwohl die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zu Veranschaulichungszwecken offengelegt wurde, werden die in der Technik Bewanderten schätzen, daß verschiedene Modifikationen, Ergänzungen und Ersetzungen möglich sind, ohne daß vom Rahmen und Geist der Erfindung, wie in den begleitenden Ansprüchen offengelegt, abgewichen wird.

Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit einem mit einer Rührereinrichtung in der Kochkammer versehenen Mikrowellen-Ofen beschrieben wurde, kann sie insbesondere gleichfalls in einem mit Drehteller ausgerüsteten Fall angewendet werden.

Die Magnete können eine ringförmige Gestalt haben, obwohl sie als von vielkantiger Gestalt beschrieben wurden. Alternativ können die Magnete eine polyederförmige Gitterstruktur haben.

Obwohl bisher nicht beschrieben, werden die Stellen, durch welche die Elektronenstrahlen strömen, in einem

Schwingungszustand gehalten, wie in konventionellen Magnetrons, wobei ein Schwingungszustand durch Ausbilden einer Antenne erreicht wird.

Patentansprüche

5

1. Mikrowellen-Ofen bestehend aus:
einem Klystron zum Empfang von elektrischer Energie und Erzeugen von Mikrowellen daraus;
einer Kochkammer zum Empfang der Mikrowellen und Durchführen des Kochvorgangs von einem Lebensmittel durch Benutzung der Mikrowellen; und Steuerungseinrichtung zum Steuern des Klystrons unter der Führung der Benutzers. 10
2. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 1, ferner bestehend aus einem Wellenleiter zur Führung der Mikrowellen vom Klystron zur Kochkammer. 15
3. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 1 oder 2, ferner bestehend aus einer Röhreinrichtung zum Verteilen der in die Kochkammer eingeleiteten Mikrowellen. 20
4. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 1, ferner bestehend aus einem Ventilator zum Kühlen des Klystrons. 25
5. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 4, ferner bestehend aus mindestens einer Öffnung zum Einleiten des vom Ventilator erzeugten und nach Kühlung des Klystron abgegebenen Luftstroms in die Kochkammer. 30
6. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 5, ferner bestehend aus einem Luftkanal zum Führen des nach Kühlung des Klystron abgegebenen Luftstroms zu der Öffnung. 35
7. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 1, wobei das Klystron besteht aus:
Eingangsklemmen zur Aufnahme der elektrischen Energie von Außen;
einem Klystron-Körper zum Erzeugen der Mikrowellen nach Aufnahme der elektrischen Energie über die Eingangsklemmen;
einer Ausgabereinheit zum Abtransport der Mikrowellen vom Klystron-Körper. 40
8. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 7, wobei das Klystron ferner besteht aus einer Kühleinrichtung zum Ableiten der vom Klystron-Körper erzeugten Hitze nach Außen. 45
9. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 8, wobei das Kühlsystem besteht aus:
einer Vielzahl von Kühlrippen passend gemacht zum Abgeben der von einem Kollektor, mit dem das Klystron ausgerüstet ist, erzeugten Hitze;
einem Kühlstab passend gemacht zum Tragen der Kühlrippen und zum Transport der Hitze vom Kollektor zu den Kühlrippen; und
einem Kühlteil passend gemacht zum Umgeben der Kühlrippen und zur Bildung eines Gehäuses der Kühleinrichtung. 50
10. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 9, wobei der Kühlstab an den Kollektor angelötet ist, so daß mit dem Kollektor integriert ist. 55
11. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei die Eingangsklemmen durch einen Isolator vom Klystron-Körper elektrisch isoliert sind. 60
12. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei der Klystron-Körper aus einem Joch besteht, das ein Gehäuse des Klystron-Körpers bildet. 65

13. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei der Klystron-Körper ferner aus einer Vielzahl von Klemmaschen besteht.
14. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei das Klystron ferner aus einem Paar von Magneten besteht, die um die Elektronenkanone bzw. einem Kollektor herum angeordnet sind, mit denen der Klystron-Körper ausgerüstet ist, die Magnete bilden einen geschlossenen magnetischen Kreis, der dazu dient, die Richtung der von der Elektronenkanone erzeugten Elektronen zum Kollektor hin zu erhalten, und für ein sich bewegendes Zentrum der Elektronen zu sorgen.
15. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 14, wobei der Kollektor mit einem Material überzogen ist, das eine hohe Austrittsarbeit aufweist.
16. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 14, wobei die Magnete so angeordnet sind, daß ihre Magnetisierungsrichtung lotrecht zu den sich gegenüberstehenden Oberflächen ist.
17. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 14, wobei die Magnete so angeordnet sind, daß ihre Magnetisierungsrichtung radial ist, und einer der Magnete radial nach Innen, der andere radial nach Außen gerichtet ist.
18. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 14, wobei die Magnete eine ringförmige Gestalt haben.
19. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 14, wobei die Magnete eine polyederförmige Gitterstruktur haben.
20. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 1, wobei die Kochkammer an ihrer unteren Oberfläche mit einem Drehteller zum Drehen des in der Kochkammer enthaltenen Lebensmittels ausgerüstet ist.
21. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 1, wobei das Klystron ferner besteht aus einer Röhre, die eine Vielzahl von Kanälen enthält zum Bewegen eines von einer Elektronenkanone erzeugten Elektronenstrahls zu einem Kollektor hin in aufgeteilter Weise, die Elektronenkanone und der Kollektor sind beide im Klystron eingebaut.
22. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 21, wobei die Anzahl der Kanäle der Röhre kleiner als 500 ist.
23. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 21, wobei die Röhre ferner 2 bis 8 Hohlräume enthält.
24. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 21, wobei jeder der Kanäle einen Durchmesser von 0,3 mm bis 5 mm hat.
25. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 21, wobei die Röhre ein führendes und ein nachziehendes Ende hat, jedes bestehend aus einem Magnetkörper, der in der Lage ist, eine gleichförmige magnetische Flußdichte in der Röhre zu erhalten.
26. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 25, wobei der Magnetkörper mit Kupfer überzogen ist.
27. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 21, wobei die Röhre aus Kupfer gefertigt ist.
28. Mikrowellen-Ofen nach Anspruch 1, wobei das Klystron ein Koaxialleitung enthält, die mit einem Hohlraum elektrisch verbunden ist, welcher zu einem im Klystron eingerichteten Kollektor hin angeordnet ist.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG.1

(Stand der Technik)

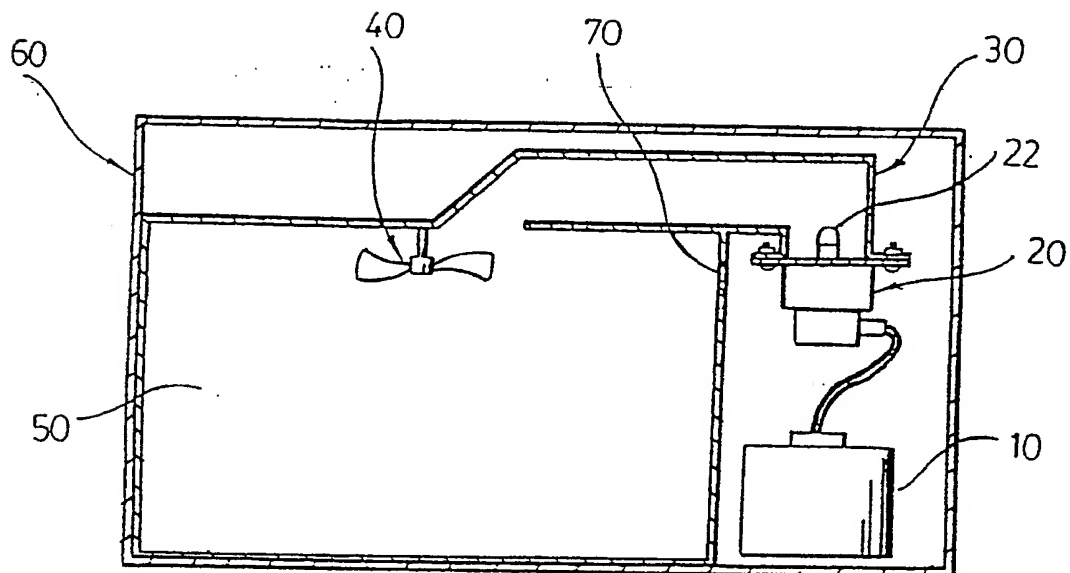


FIG.2

(Stand der Technik)

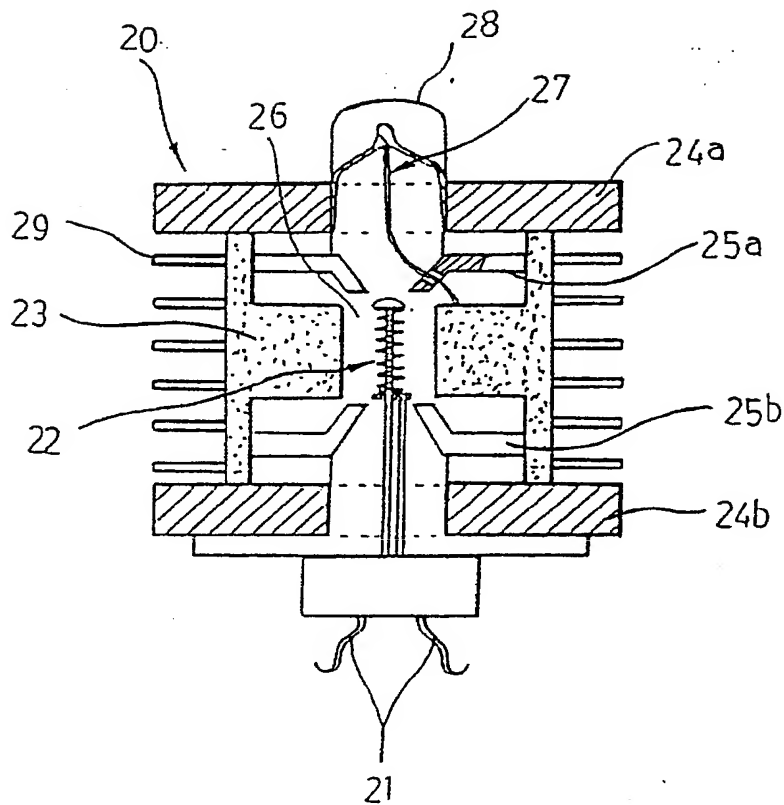


FIG. 3

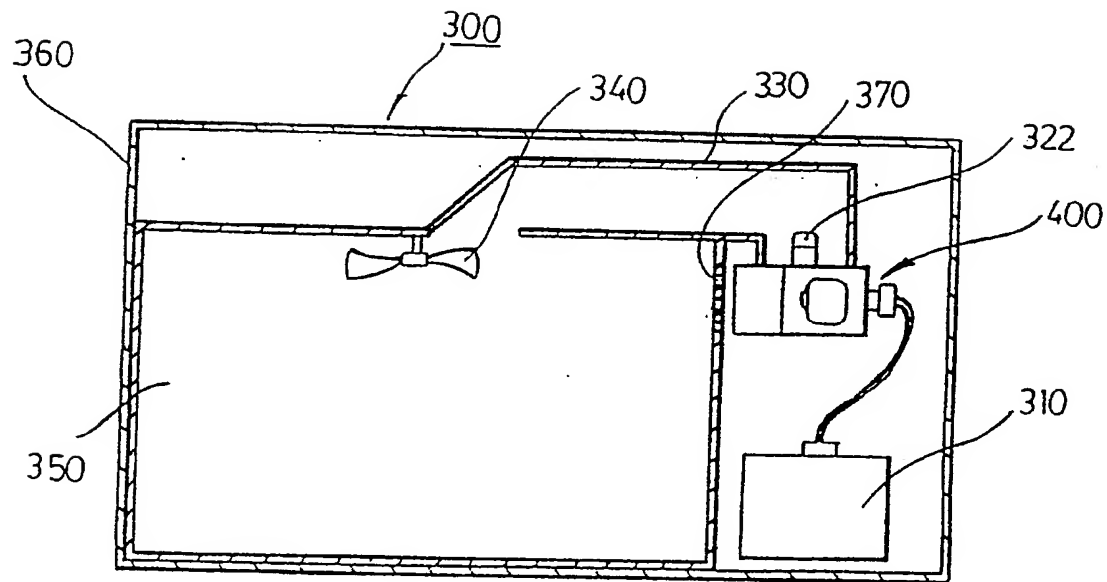


FIG. 4

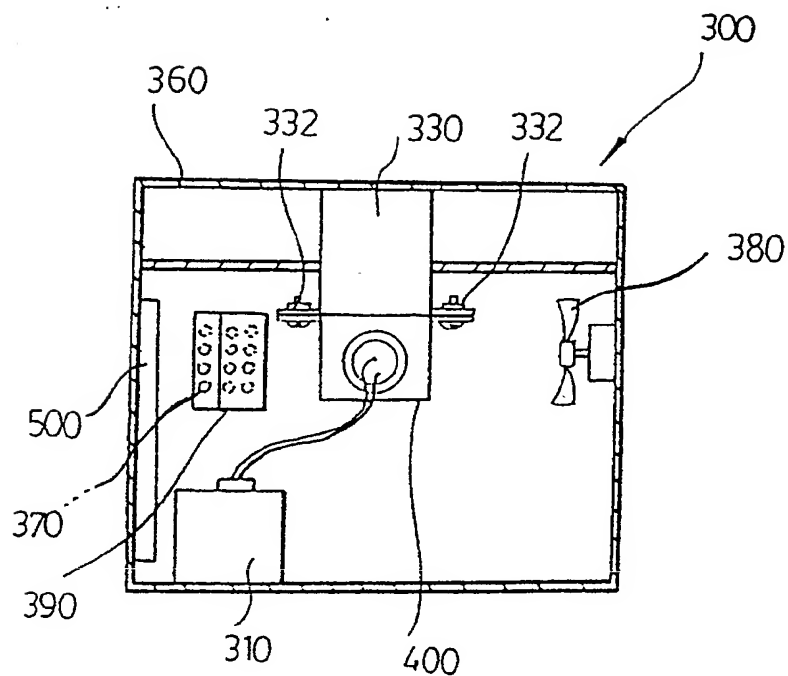


FIG.5

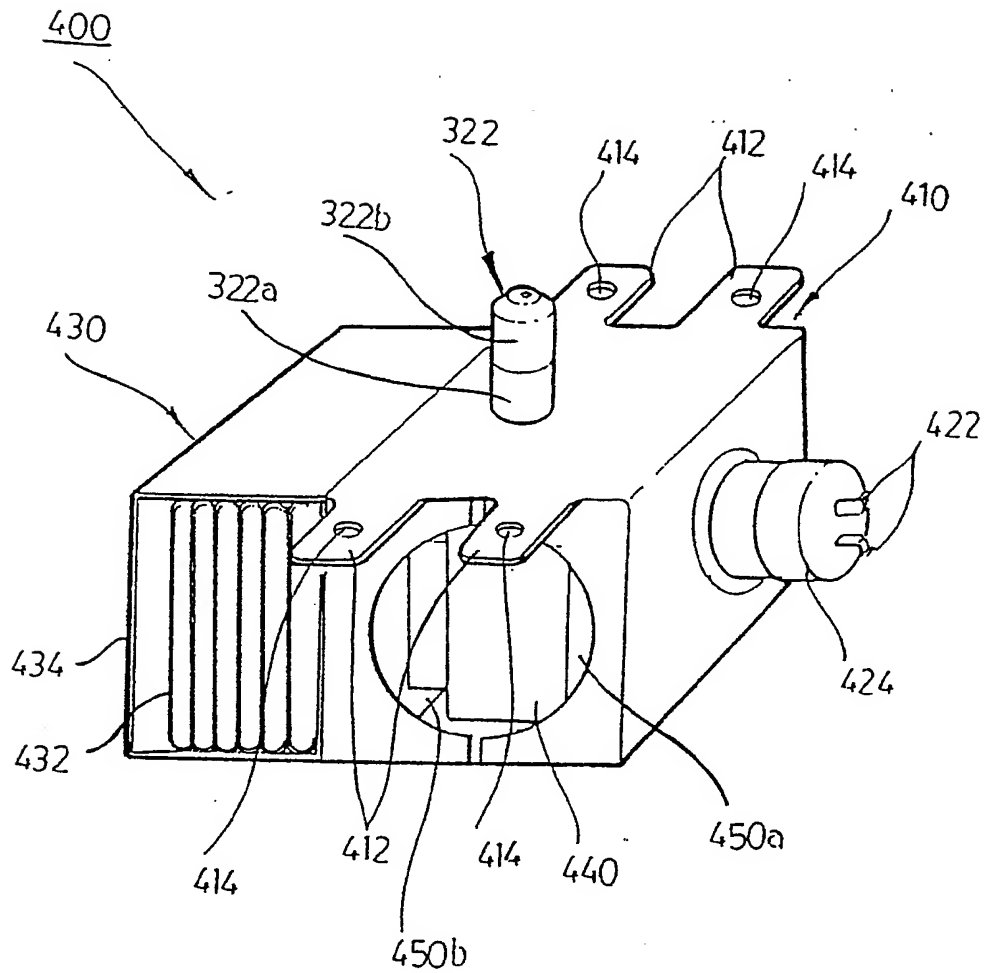


FIG. 6

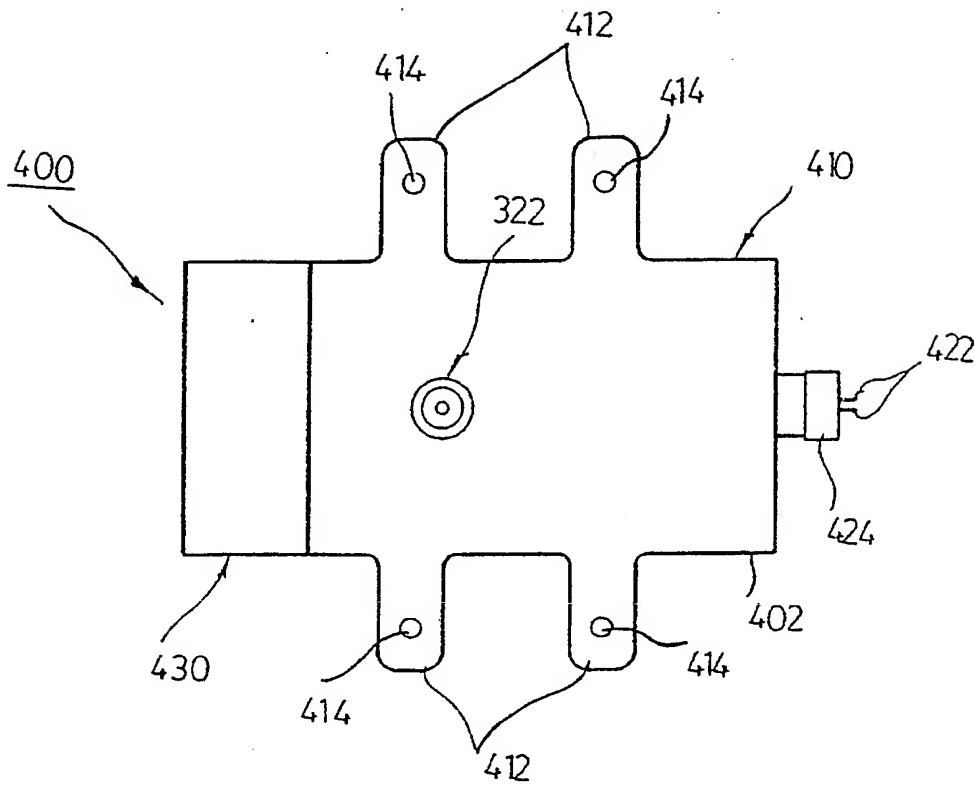


FIG. 7

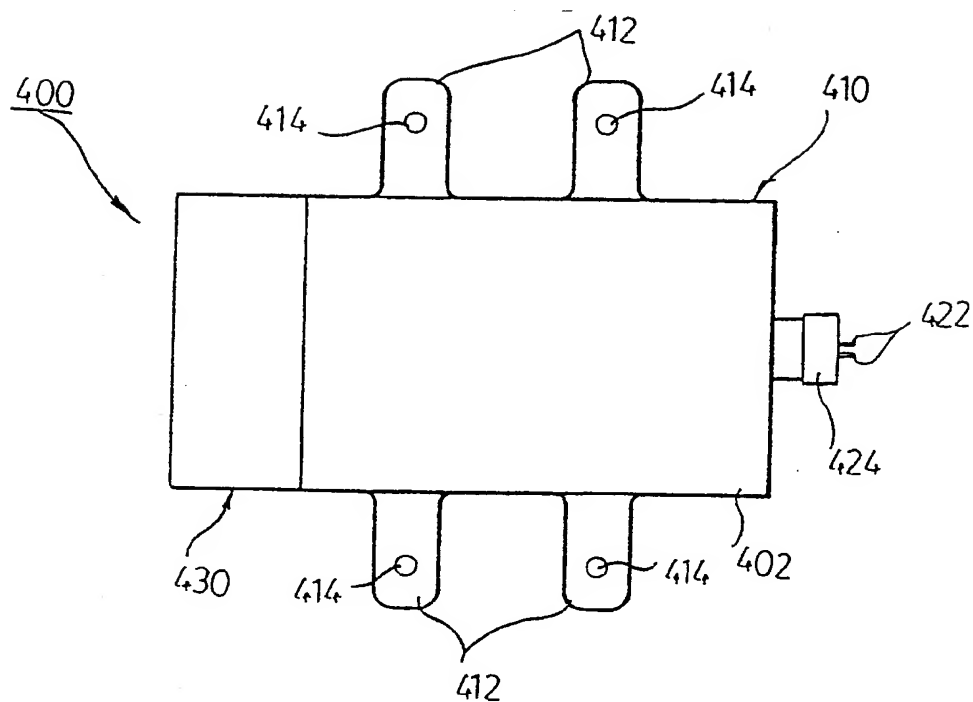


FIG. 8

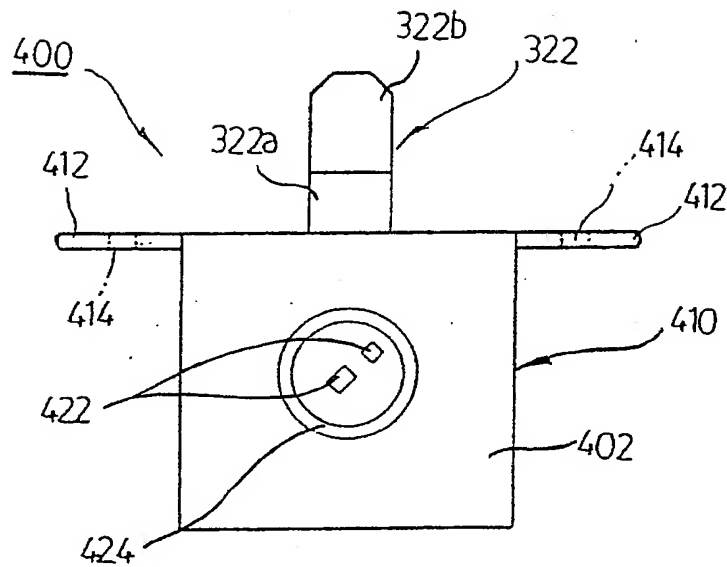


FIG. 9

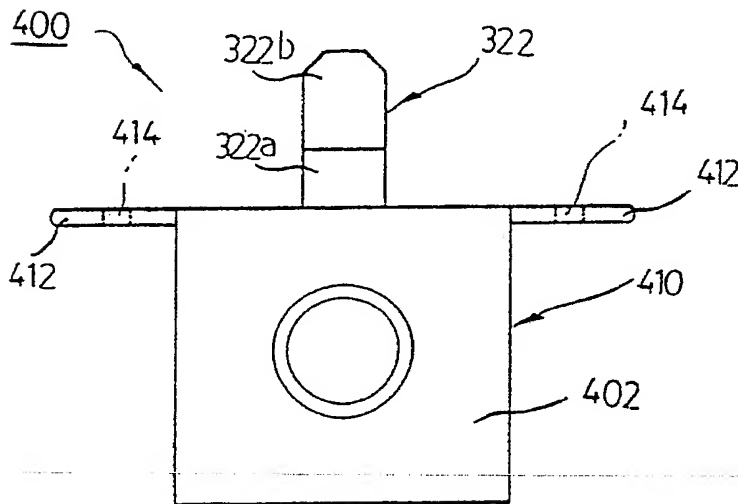


FIG.11

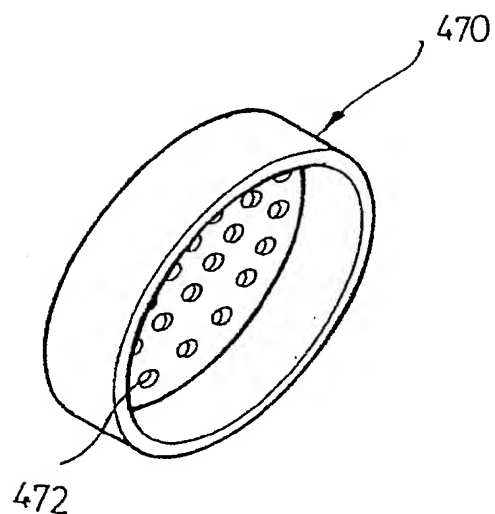


FIG.12

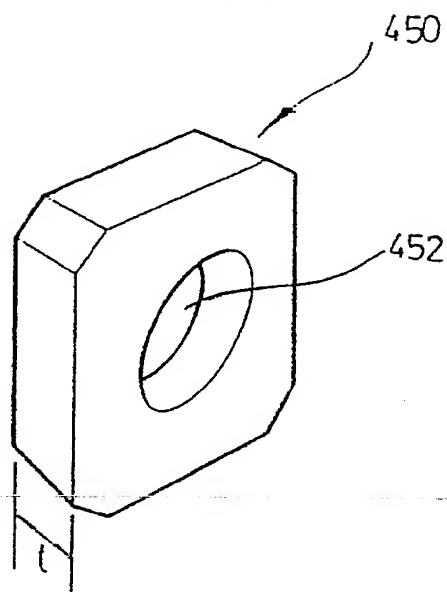


FIG.13

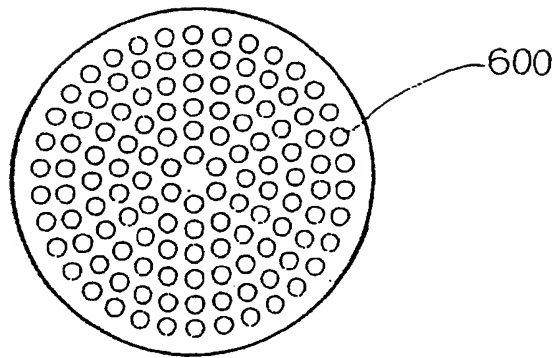
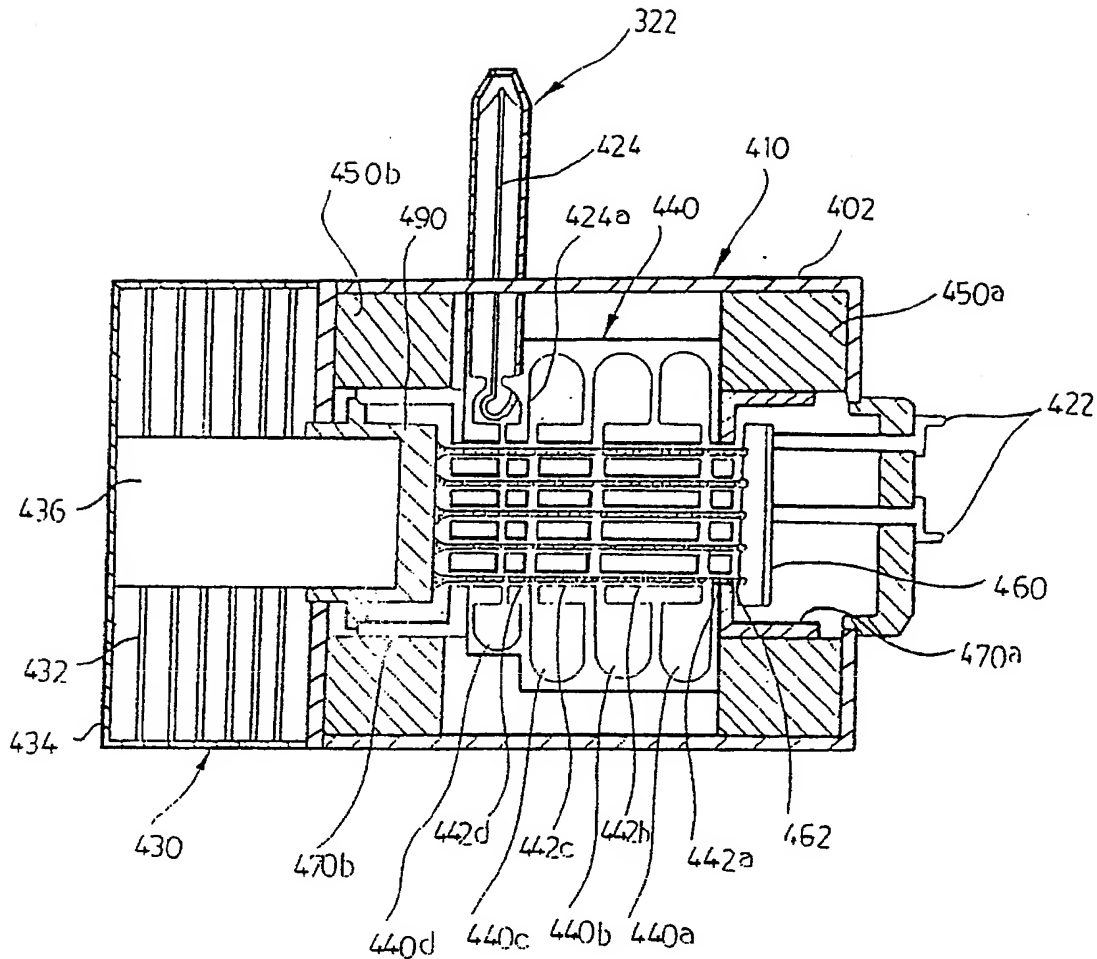


FIG.14



508 063/562